

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Off nl gungsschrift
①0 DE 42 30 295 A 1

⑤1 Int. Cl. 5:
B 60 K 28/16
B 60 T 8/60
B 60 T 8/32
G 01 P 3/44
G 05 D 13/62

②1 Aktenzeichen: P 42 30 295.1
②2 Anmeldetag: 10. 9. 92
②3 Offenlegungstag: 17. 3. 94

B 60 T - 8/32 C

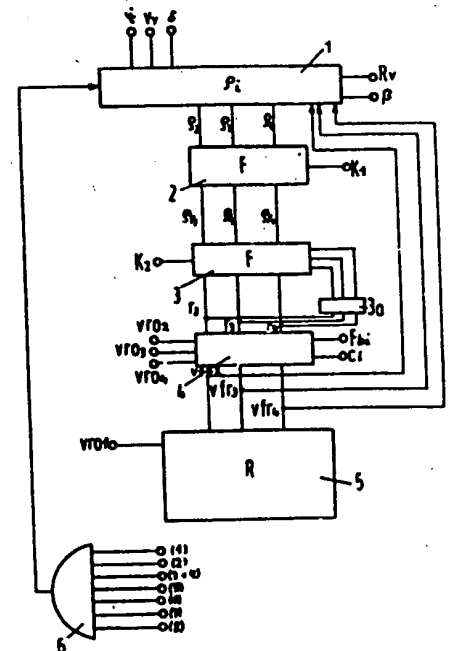
DE 42 30 295 A 1

⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Kost, Friedrich, Dipl.-Ing., 7014 Kornwestheim, DE;
Busch, Gerd, Dipl.-Ing., 7016 Gerlingen, DE; W iss,
Karl-Josef, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE; Ehret,
Thomas, Dipl.-Ing., 7633 Seelbach, DE

⑤4 Regelanlage für ein Kraftfahrzeug

⑤7 Es wird eine Regelanlage für ein Kraftfahrzeug beschrieben, bei der die durch Toleranzen zwischen den Reifen entstehenden Fehler der Radgeschwindigkeiten ausgeglichen werden.



DE 42 30 295 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Aus der DE-A1-40 19 886 ist eine Schlupfregelanlage mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 bekannt.

Vorteile der Erfindung

Unter Regelanlage soll bei der vorliegenden Erfindung eine Regelanlage verstanden werden, bei der die genaue Radgeschwindigkeit für die Regelung benötigt wird. Es können z. B. ABS, ASR oder Schleppmomentenregler sein. Wegen der Ermittlung (Messung oder Schätzung) der zusätzlichen Einflußgrößen, wie Giergeschwindigkeit und Quergeschwindigkeit wird die erfindungsgemäße Bestimmung der Reifentoleranz vorzugsweise dort zur Anwendung kommen, wo diese Größen aus regelungstechnischen Gründen ermittelt werden. Dies ist zum Beispiel bei der Fahrdynamikregelung der Fall, bei der z. B. zur Kompensation eines Giermoments ein Gegengiermoment durch Erzeugung von Bremsschlüpfen erzeugt wird.

Mit der erfindungsgemäßen Methode ist gegenüber dem Stand der Technik eine sehr viel genauere Korrektur des Radgeschwindigkeitssignals möglich. Es ist bei dieser Methode eine fehlerfreie Korrektur auch bei leicht eingeschlagener Lenkung und bei einem geringen Antriebs- und Schleppmoment möglich.

Voraussetzung für die einwandfreie Ermittlung der Reifentoleranzen sind die folgenden Bedingungen:

- (1) keine Motorschleppmomentregelung aktiv
- (2) keine Antriebsschlupfregelung aktiv
- (3) keine Bremsenbetätigung durch den Fahrer
- (4) keine Bremsenbetätigung durch FDR-Eingriff
- (5) Fahrzeuglängsgeschwindigkeit genügend groß (z. B. $V_f > 5 \text{ m/s}$)
- (6) Antriebs- oder Schleppmoment genügend klein (z. B. $|\text{Radmoment}| < 400 \text{ Nm}$)
- (7) $|\psi'| < g \cdot \mu_m / V_f$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, z. B. $\mu_m = 0,1$.

Erläuterungen:

- (1)–(4) sind Indizien dafür, daß die Räder stabil laufen.
- (5) stellt sicher, daß Fehler infolge eines offsets der Gierwinkelgeschwindigkeit gering bleiben.
- (6) gewährleistet, daß Fehler infolge ungenau bekannter Reifenlängssteifigkeiten klein bleiben.
- (7) stellt zusammen mit (5) sicher, daß sich das Fahrzeug in einem stabilen Fahrzustand befindet.

Die gesuchten absoluten Toleranzen r_i werden aus Gründen der Störunterdrückung über relative Toleranzen φ_i bestimmt. Dazu wird von folgenden Gleichungen ausgegangen:

$$\begin{aligned}
 v &= [v_{fr1} * (1 + \varphi_1) - (v_y + R_v * \psi') * \sin \delta] / \cos \delta - B * \psi' & (a) \\
 v &= v_{fr2} * (1 + \varphi_2) + B * \psi' & (b) \\
 v &= [v_{fr3} * (1 + \varphi_3) - (v_y + R_v * \psi') * \sin \delta] / \cos \delta + B * \psi' & (c) \\
 v &= v_{fr4} * (1 + \varphi_4) - B * \psi' & (d)
 \end{aligned}
 \quad \left. \begin{array}{l} (a) \\ (b) \\ (c) \\ (d) \end{array} \right\} (1)$$

Darin ist, weil Rad 1 Bezugsrad ist, $\varphi_1 = 0$.

Aus (1) werden die relativen Toleranzen berechnet zu:

$$\begin{aligned}
 \rho_2 &= \frac{v - B * \varphi'}{V_{fr2}} - 1 \\
 \rho_3 &= \frac{(v - B * \varphi') * \cos \delta + (v_y + R_v * \varphi') * \sin \delta}{V_{fr3}} - 1 \\
 \rho_4 &= \frac{v + B * \varphi'}{V_{fr4}} - 1
 \end{aligned}$$

Hiermit bedeuten:

v_{fri} die Geschwindigkeit der freirollenden Räder i

φ Giergeschwindigkeit um die Hochachse

v_y Quergeschwindigkeit

R eine Fahrzeugkonstante Abstand Vorderachse-Schwerpunkt, z. B. 1,5 m

B eine Fahrzeugkonstante, halbe Spurweite, z. B. 0,7 m

δ Lenkwinkel

v s. Gleichung (1)(a).

Weichen die absoluten Toleranzen r_i , die zur Berechnung der V_{fri} benutzt werden, von den wahren Toleranzen r_i' ab, so ergeben sich Werte $\rho_2, \rho_3, \rho_4 \neq 0$. Die wahren Toleranzen r_i' lassen sich berechnen aus

$$r_i' = (1 + r_i) * (1 + \phi_i) - 1 \quad (3)$$

Diese Werte r_i' können benutzt werden, um eine Abgleichbedingung zu gewinnen, die zur r_i -Gewinnung erfüllt sein muß.

$$(8) \max(r_1', r_2', r_3', r_4') - \min(r_1', r_2', r_3', r_4') < 0.06 \quad (4)$$

Falls alle obigen Bedingungen (1) bis (8) erfüllt sind, werden die aus Gl. (2) berechneten ϕ_i mittels eines Tiefpaßfilters 1. Ordnung (Zeitkonstante z. B. ca. 2 s) gefiltert:

$$\phi_{Fi,t+1} = \phi_{Fi,t} + k_1 * (\phi_i - \phi_{Fi,t}), i = 1, \dots, 4,$$

k_1 ... Filterkoeffizient, z. B. $k_1 = 0.01$.

Diese Werte F_i werden einem zweiten Tiefpaßfilter 1. Ordnung zugeführt (Zeitkonstante ca. 10 s), das die absoluten Toleranzen aktualisiert:

$$r_{i,t+1} = r_{i,t} + k_2 * \phi_{Fi,t+1} * (1 + r_{i,t}), i = 1, \dots, 4, \quad (5)$$

k_2 ... Filterkoeffizient, z. B. $k_2 = 0.002$.

Die Werte $r_{i,t}$ konvergieren gegen die wahren Werte, während die $\phi_{Fi,t}$ gegen Null konvergieren.

Falls eine der Bedingungen (1) bis (8) verletzt ist, wird

$$\phi_{Fi,t+1} = 0$$

gesetzt und $r_{i,t+1}$ behält den Wert des vergangenen Rechenzyklus $r_{i,t}$. Dieses Vorgehen gewährleistet, daß nur dann, wenn die Bedingungen (1) bis (8) lange genug ohne Unterbrechung erfüllt sind, eine deutliche Korrektur von $r_{i,t}$ stattfindet.

Die oben erwähnten freirollenden Radgeschwindigkeiten V_{fri} werden wie folgt bestimmt

$$V_{fri} = \frac{V_{r0i} * (1 + r_i)}{1 - F_{bi} / c_i}, \quad i = 1, \dots, 4 \quad (6)$$

V_{r0i} ... Rohwerte der gemessenen Radgeschwindigkeiten,

F_{bi} ... Reifenkräfte in Längsrichtung,

c_i ... Reifensteifigkeit,

r_i ... Reifentoleranzen des Abrollradius.

Das Rad mit dem Index 1 wird als Bezugsrad betrachtet, so daß dafür gilt:

$r_1 = 0$.

Der Schlupf, der durch die übertragene Reifenlängskraft entsteht, ist in Gl.(6) durch den Term F_{bi}/c_i berücksichtigt

Die gemäß Gleichung (5) gewonnenen absoluten Toleranzen werden gemäß Gleichung (6) weiter verarbeitet zu den gesuchten Geschwindigkeiten v_{fri} .

Anhand der Zeichnung wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Modell eines Kraftfahrzeugs mit den eingezeichneten vorkommenden Größen.

Fig. 2 ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels.

An einen Block 1 der Fig. 2 zur Bildung der relativen Toleranzen werden die Meßgrößen (oder geschätzten Größen) Giergeschwindigkeit ψ' , Quergeschwindigkeit V_y und der Lenkwinkel δ geliefert. Außerdem werden die fahrzeugspezifischen Größen R_v und B eingegeben. Schließlich werden die freirollenden Radgeschwindigkeiten v_{fr2} bis v_{fr4} an dem Block 1 geliefert. Der berechnet gemäß (2) oben die relativen Toleranzen ϕ_2 bis ϕ_4 . In einem ersten Filter 1. Ordnung werden hieraus gefilterte Größen ϕ_{fi} gewonnen (gemäß (4) oben). Diese werden einem zweiten Filter 1. Ordnung 3 zugeführt, das gemäß (5) die absoluten Toleranzen r_2 bis r_4 berechnet. Dazu werden die im Rechentakt zuvor errechneten Werte r_2 bis r_4 benötigt, die im Speicher 3a zwischengespeichert sind.

Mit Hilfe der gemessenen Rohgeschwindigkeiten der Räder v_{R02} bis v_{R04} und Konstanten sowie den absoluten Toleranzen r_2 bis r_4 werden in einem Block 4 die freirollenden Geschwindigkeiten der Räder v_{fri} ermittelt und zusammen mit der Geschwindigkeit $v_{r01} = v_{fr1}$ des Bezugsrads einem Regler 5 zugeführt, der diese Geschwindigkeiten als Eingangsgrößen benötigt. Ein Und-Gatter 6 aktiviert die Bestimmung dieser Geschwindigkeiten nur, wenn die oben aufgeführten Bedingungen (1) bis (8) erfüllt sind.

Patentansprüche

1. Regelanlage für ein Kraftfahrzeug enthaltend Föhler zur Ermittlung der Geschwindigkeit der Räder v_{r0i} ($i = 1 \dots 4$), ein Steuergerät, dem diese Signale zugeführt werden und das Regelsignale erzeugt und Regelungseinrichtungen, die mit diesen Regelsignalen beaufschlagt werden, enthaltend weiterhin Radgeschwindigkeitssignalbeeinflussungsmittel, um unterschiedliche Räder auszugleichen, wobei ein Rad als Bezugsrad ausgewählt wird, dessen Geschwindigkeitssignal unbeeinflusst bleibt und für die Radgeschwindigkeitssignale der anderen Räder Korrekturfaktoren r_i ermittelt werden, dadurch gekennzeichnet, daß nach Maßgabe der Beziehungen

$$\phi_1 = 0$$

$$\phi_2 = \frac{v - B \psi'}{v_{fr2}} - 1$$

$$\phi_3 = \frac{v - B \psi' \cos \delta + (V_y + R_v \psi') \sin \delta}{v_{fr3}} - 1$$

...

$$\phi_4 = \frac{v + B \psi'}{v_{fr4}} - 1$$

relative Toleranzen i ermittelt werden, wobei $i = 2$ und $i = 4$ die Hinterräder bezeichnen, B und R_v Fahrzeugkonstanten sind, V_y die ermittelte Quergeschwindigkeit, ψ' die ermittelte Giergeschwindigkeit und δ der Lenkwinkel ist, v durch folgende Beziehung gegeben ist

$$v = \frac{[v_{fr1} - (V_y + R_v \psi') \sin \delta]}{\cos \delta} - B \psi'$$

und die freirollenden Radgeschwindigkeiten v_{fri} ($i=1-4$) der Räder nach Maßgabe der Beziehung

$$v_{fri} = \frac{v_{roi} (1 + r_i)}{1 - F_{bi}/c_i}$$

ermittelt werden, wobei F_{bi} die Reifenkräfte in Längsrichtung und c_i die Reifenlängssteifigkeit ist und für das Bezugsrad ($i=1$) $r_1=0$ ist, daß die relativen Toleranzen mittels eines Tiefpaßfilters 1. Ordnung zu ϕF_i gefiltert werden

$$\phi F_{i,t+1} = \phi F_{i,t} + k_1(\phi_i - \phi F_i) \quad i=1 \dots 4$$

wobei K_1 ein Filterkoeffizient ist, daß die gefilterten Toleranzen einem zweiten Tiefpaßfilter 1. Ordnung mit höherer Zeitkonstante zugeführt werden, in dem die absoluten Toleranzen r_i aktualisiert werden:

$$r_{i,t+1} = r_{i,t} + K_2 \phi F_{i,t+1} (1 + r_{i,t}) \quad i=1 \dots 4$$

wobei K_2 ein zweiter Filterkoeffizient ist und daß die aktualisierten Werte $r_{i,t+1}$ zur Korrektur der Radgeschwindigkeitssignale und im folgenden Rechentakt zur Bestimmung der freirollenden Radgeschwindigkeiten.

2. Regelanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Reifentoleranzen r_i nur durchgeführt wird, wenn nicht gebremst wird und keine Regelung an der Bremse oder dem Antrieb erfolgt.

3. Regelanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der r_i nur durchgeführt wird, wenn die auf die Räder wirkenden Momente unterhalb einer kleinen Schwelle liegen.

4. Regelanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der r_i nur erfolgt, wenn $|\psi'| < g^* \mu_m/v_i$ ist mit $g=9,81$ m/sec und μ_m .

5. Regelanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der r_i nur erfolgt, wenn

$$\max(r_1, r_2, r_3, r_4) - \min(r_1, r_2, r_3, r_4) < K,$$

wobei K ein konstanter geringer Prozentsatz ist.

6. Regelanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der r_i nur erfolgt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit größer als eine kleine Schwelle ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

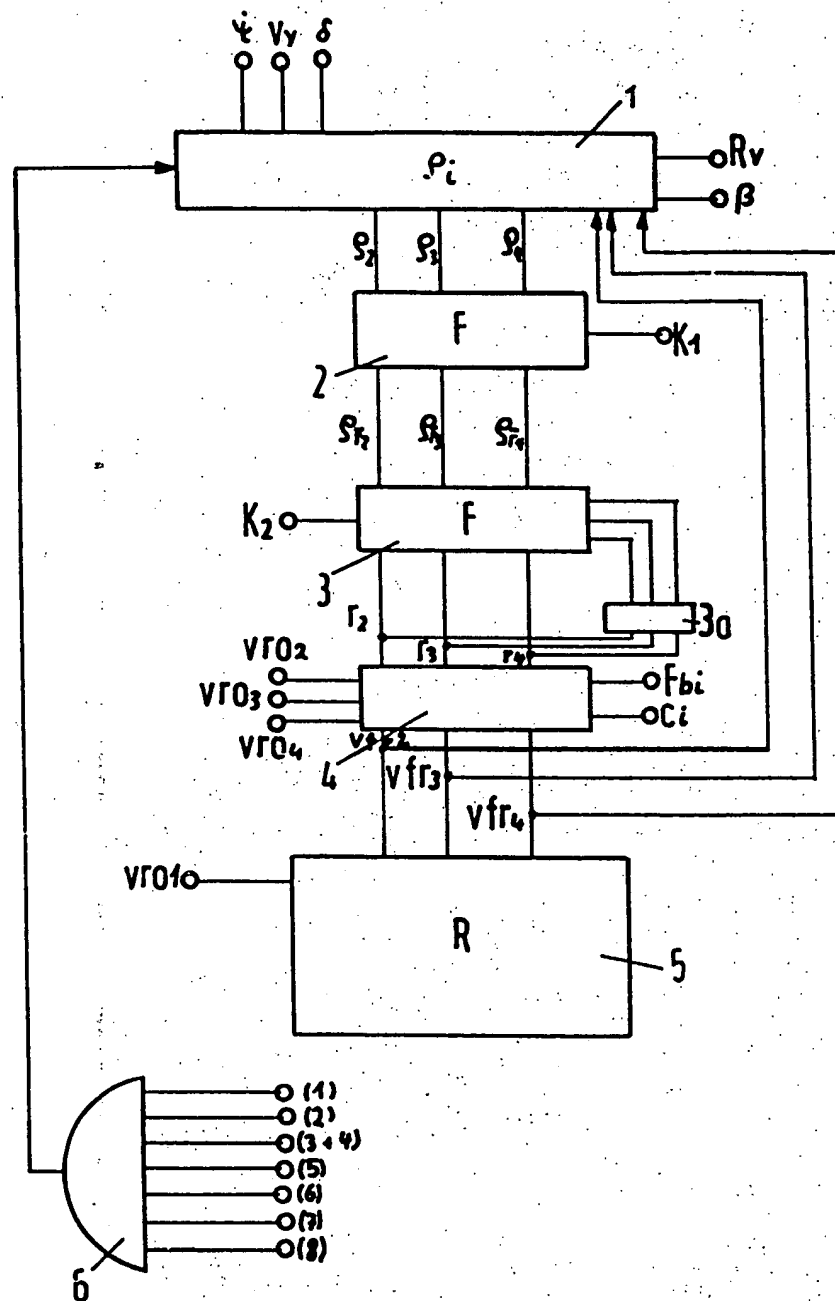


FIG. 2

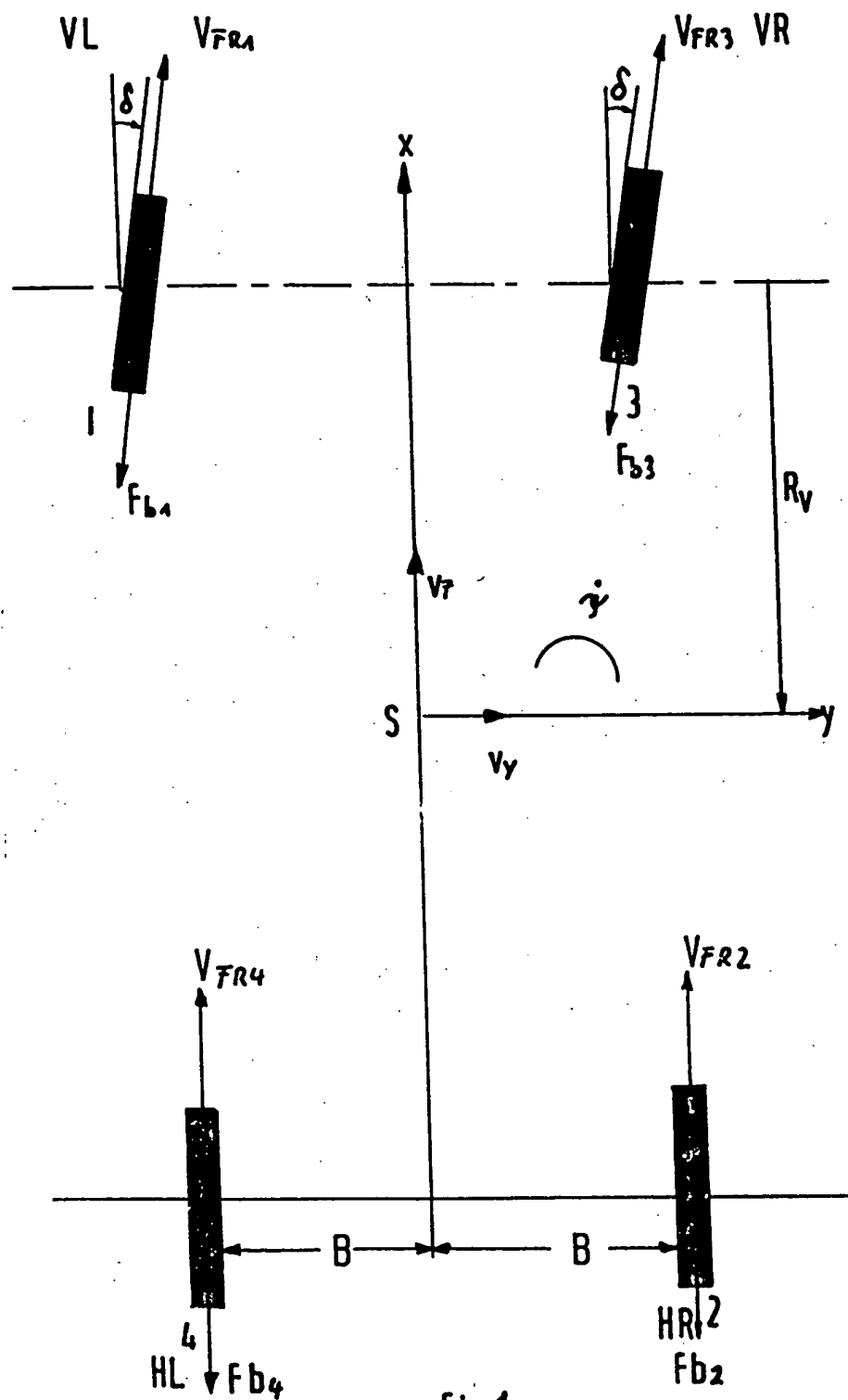


Fig.1.